



WORKING PAPERS

APPLICAZIONE AL PARCO NATURALE DELLA VALLE DEL
TICINO DI UN MODELLO PER L'ANALISI DEL COMPORTA-
MENTO DEGLI UTENTI: L'INDIVIDUAZIONE DI UN INDICA-
TORE DI BENEFICIO PER GLI UTENTI ED UNA ANALISI DI
SENSITIVITA' SU ALCUNI PARAMETRI FONDAMENTALI

C.S. Bertuglia, I. Gualco, R. Tadei

WP n. 10



APPLICAZIONE AL PARCO NATURALE DELLA VALLE DEL
TICINO DI UN MODELLO PER L'ANALISI DEL COMPORTA-
MENTO DEGLI UTENTI: L'INDIVIDUAZIONE DI UN INDICA-
TORE DI BENEFICIO PER GLI UTENTI ED UNA ANALISI DI
SENSITIVITA' SU ALCUNI PARAMETRI FONDAMENTALI

C.S. Bertuglia, I. Gualco, R. Tadei

WP n. 10

Ottobre 1981

Lavoro presentato alla II^a Conferenza Italiana di
Scienze Regionali, Napoli, ottobre 19 - 21, 1981

RIASSUNTO

In questo lavoro, dopo aver brevemente richiamato i fondamenti del modello matematico utilizzato, le caratteristiche del parco oggetto dell'applicazione, nonché i risultati ottenuti nell'applicazione, viene individuato un indicatore di beneficio per gli utenti di un parco in cui si svolgano attività ricreative.

Viene, inoltre, dimostrato che, nell'applicazione specifica, il perseguimento degli obiettivi dell'operatore pubblico, nella pianificazione del parco, converge con il perseguimento degli obiettivi dei singoli utenti.

In ultimo, vengono descritti i risultati di una analisi di sensibilità condotta su alcuni parametri fondamentali del modello. Si verifica che solo per qualcuno di tali parametri il modello si dimostra particolarmente sensibile, richiedendo per essi una particolare attenzione in sede di determinazione dei valori relativi.

A conclusione del lavoro vengono fatte alcune osservazioni, le quali aprono un nuovo ed interessante campo di studio nella pianificazione e gestione di risorse naturali ricreative.

In questo lavoro, dopo aver brevemente richiamato i fondamenti del modello matematico utilizzato, le caratteristiche del parco oggetto dell'applicazione, nonché i risultati ottenuti nell'applicazione, viene individuato un indicatore di benessere per gli utenti di un parco in cui si svolgono attività ricreative.

Viene, inoltre, dimostrato che, nell'applicazione specifica, il perseguimento degli obiettivi dell'operatore pubblico, nella pianificazione del parco, converge con il perseguimento degli obiettivi dei singoli utenti.

In sintesi, vengono descritti i risultati di una analisi di una attività condotta su alcuni parametri fondamentali del modello. Si verifica che solo per qualcuno di tali parametri il modello si dimostra particolarmente sensibile, richiedendo per così una particolare attenzione in sede di determinazione dei valori relativi.

A conclusione del lavoro vengono fatte alcune osservazioni, le quali aprono un nuovo ed interessante campo di studio nella pianificazione e gestione di risorse naturali ricreative.

INDICE

1. INTRODUZIONE	pag. 1
2. CENNI SUL MODELLO UTILIZZATO	" 2
3. CENNI SUL PARCO DELLA VALLE DEL TICINO	" 6
4. UN INDICATORE DI BENEFICIO PER GLI UTENTI DEL PARCO	" 9
5. UNA ANALISI DI SENSITIVITA' SU ALCUNI PARAMETRI FONDAMENTALI	" 15
6. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI	" 20
BIBLIOGRAFIA	" 22
APPENDICE	" 24

1. INTRODUZIONE

E' stato costruito un modello per l'analisi del comportamento degli utenti di un parco naturale. Sia detto modello sia il metodo per la sua calibrazione sono esposti dettagliatamente in Bertuglia e Tadei (1980, 1981a). Pertanto, a detti testi si rinvia per una esposizione particolareggiata sia del modello sia del metodo di calibrazione.

E' stata conclusa l'applicazione di tale modello al parco naturale della valle del Ticino: ciò nell'ambito degli studi per la formazione del piano del parco naturale. Sia l'applicazione della metodologia per la calibrazione del modello sia l'applicazione della metodologia per l'uso del modello sono state esposte, con riferimento ad una aliquota del parco naturale (il così detto sistema 1) in Bertuglia, Gualco e Tadei (1981a, 1981b). Pertanto, a detti testi si rinvia per una esposizione dettagliata sia della metodologia per la calibrazione del modello sia della metodologia per l'uso del modello.

Posto quanto precede, si osserva che il modello, in quanto ridistribuisce gli utenti fra le zone del parco in relazione agli interventi dell'operatore pubblico, permette di individuare le politiche di intervento capaci di eliminare (o, quanto meno, di ridurre) gli squilibri tra capacità massima e numero di utenti effettivi nelle diverse zone del parco (Bertuglia, Gualco, Tadei, 1981b; Bertuglia, Tadei, 1981b).

A questo punto, ci si può domandare:

- a. in quale misura il perseguimento degli obiettivi dell'operatore pubblico (consistenti, come detto, nell'eliminare - o, quanto meno, nel ridurre - gli squilibri tra capacità massima e numero di utenti effettivi nelle diverse zone del parco) converge con il perseguimento degli obiettivi degli utenti del parco;
- b. e, per questo, quali sono gli obiettivi degli utenti del parco.

La presente comunicazione cerca di predisporre gli strumenti per rispondere alle introdotte domande.

Inoltre, vengono presentati i risultati di una analisi di sensitività su alcuni parametri fondamentali del modello. In altri termini vengono fatti variare i valori di alcuni parametri, quelli che sono stati stimati con un più elevato grado di approssimazione, al fine di analizzare le conseguenti variazioni dei risultati. Se i risultati si dimostrano molto sensibili alle variazioni di quei parametri, si deve concludere che è necessario porre una particolare cura nella stima dei parametri stessi. In caso contrario, la stima utilizzata può considerarsi soddisfacente.

2. CENNI SUL MODELLO UTILIZZATO

Per una esposizione dettagliata del modello, nell'Introduzione si è rinviato a lavori precedenti. Tuttavia, appare opportuno non tralasciare di dare qui alcuni cenni sul modello utilizzato.

Consideriamo un parco naturale come un sistema formato da "stati". Definiamo stato i del sistema parco S la coppia ordinata (x, h) :

$$i = (x, h) \in S,$$

ove:

$x \in X$ è una generica zona del parco;

$h \in H$ è una generica attività ricreativa svolta nel parco.

Lo scopo del modello matematico in oggetto è di calcolare il numero medio di utenti presenti in ognuno degli I stati del sistema parco.

A questo proposito, occorre introdurre alcune definizioni preliminari.

Siano:

- N : numero totale medio degli utenti del parco;
- N_i : numero medio degli utenti appartenenti allo stato i ;
- $\lambda_i = 1/\mu_i$: tasso di abbandono dello stato i , nell'unità di tempo, ove μ_i è il tempo medio di permanenza nello stato i ;
- $y_i = N_i \lambda_i$: flusso medio di utenti uscenti dallo stato i , nell'unità di tempo;
- $q_{oi} = \sum_{r=1}^R q_{or} q_{ri}$: probabilità che un utente, nell'unità di tempo, passi dall'esterno del parco allo stato i . Questa probabilità è la somma, estesa agli R ingressi del parco, dei prodotti della probabilità di entrare dall'ingresso r , q_{or} , per la probabilità di passaggio dall'ingresso r allo stato i , q_{ri} ;
- s : flusso medio di utenti entranti nel parco, nell'unità di tempo;
- p_{ij} : probabilità che un utente, nell'unità di tempo, passi dallo stato i allo stato j ;
- q_{io} : probabilità che un utente, nell'unità di tempo, passi dallo stato i all'esterno del parco.

Posto quanto sopra, consideriamo l'equazione differenziale che esprime la variazione, nell'unità di tempo, del numero di utenti appartenenti allo stato $j \in S$:

$$\dot{N}_j = sq_{oj} + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^I y_i p_{ij} - y_j, \quad j \in S, \quad (1)$$

ove \dot{N}_j è la variazione di N_j nell'unità di tempo.

La (1) è equivalente alla:

$$\dot{N}_j = q_{oj} \dot{N} + \sum_{i \in S} y_i (q_{oj} q_{io} + p_{ij}) - y_j, \quad j \in S. \quad (2)$$

Se $\dot{N}_j = 0$ (cioè, se si è nella situazione di equilibrio), la (2) diventa il seguente sistema di equazioni simultanee:

$$\sum_{i \in S} y_i (q_{oj} q_{io} + p_{ij}) = y_j, \quad j \in S. \quad (3)$$

La (3) può essere risolta; infatti, si può dimostrare che la matrice dei coefficienti ha un determinante non nullo.

Posto ciò, sia:

$$\bar{y}_i = k y_i, \quad i \in S, k \in \mathbb{R}^+ \quad (4)$$

la soluzione della (3).

Per definizione

$$y_i = N_i \lambda_i, \quad i \in S, \quad (5)$$

e, ovviamente, vale il vincolo

$$\sum_{i \in S} N_i = N. \quad (6)$$

Così, attraverso la (4), la (5) e la (6), otteniamo:

$$N_i = N(\bar{y}_i / \lambda_i) / \left(\sum_{i \in S} \bar{y}_i / \lambda_i \right), \quad i \in S. \quad (7)$$

La (7) è il nostro modello. Il problema consiste nel trovare le soluzioni \bar{y}_i , $i \in S$, del sistema (3). Per ottenere ciò, occorre conoscere q_{io} , p_{ij} , q_{oj} (oppure q_{or} e q_{rj} ; infatti, per definizione,

$$q_{oj} = \sum_{r \in R} q_{or} q_{rj}), \quad i, j \in S.$$

Supponiamo di conoscere q_{io} , $i \in S$.

Per determinare p_{ij} , q_{or} , q_{rj} , $i, j \in S$, $r \in R$, possiamo ricorrere al metodo della massimizzazione dell'entropia:

$$\max E = - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I p_{ij} \ln p_{ij} - \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I q_{ri} \ln q_{ri}, \quad (8)$$

sottoposta ai vincoli:

$$a. \sum_{j=1}^I p_{ij} = 1 - q_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (9)$$

$$b. \sum_{j=1}^I p_{ij} c_{ij} = \bar{C}_i, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (10)$$

$$c. \sum_{j=1}^I p_{ij} \ln w_j = L_i, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (11)$$

$$d. \sum_{i=1}^I q_{ri} = 1, \quad r = 1, 2, \dots, R, \quad (12)$$

$$e. \sum_{i=1}^I q_{ri} c'_{ri} = \bar{C}'_r, \quad r = 1, 2, \dots, R, \quad (13)$$

$$f. \sum_{i=1}^I q_{ri} \ln w_i = L'_r, \quad r = 1, 2, \dots, R, \quad (14)$$

con:

c_{ij}, c'_{ri} : tempo di viaggio dallo stato i allo stato j e dall'ingresso r allo stato i ;

\bar{C}_i, \bar{C}'_r : tempo medio di viaggio dallo stato i ai rimanenti stati del parco e dall'ingresso r agli stati del parco;

$\ln w_j$: una misura del beneficio ottenuto dagli utenti che occupano lo stato j ;

L_i, L'_r : una misura del beneficio medio ottenuto dagli utenti dello stato i quando si trasferiscono nei rimanenti stati e dagli utenti che entrano dall'ingresso r e raggiungono gli stati del sistema parco.

Risolvendo il problema di programmazione matematica non lineare (8), otteniamo

$$p_{ij} = (1 - q_{io}) w_j^{\eta_i} e^{-\beta_i c_{ij}} / \sum_{j \in S} w_j^{\eta_i} e^{-\beta_i c_{ij}}, \quad i, j \in S \quad (15)$$

e

$$q_{ri} = w_i^{\alpha_r} e^{-\gamma_r c'_{ri}} / \sum_{i \in S} w_i^{\alpha_r} e^{-\gamma_r c'_{ri}}, \quad r \in R, i \in S, \quad (16)$$

ove $\beta_i, \eta_i, \gamma_r, \alpha_r, i \in S, r \in R$ sono i moltiplicatori di Lagrange, che devono essere calibrati, associati rispettivamente ai vincoli (10), (11), (13), (14).

In modo analogo otteniamo $q_{or}, r \in R$.

Siamo ora in grado di usare il sistema (7) al fine di trovare la distribuzione degli utenti $N_i, i \in S$.

3. CENNI SUL PARCO DELLA VALLE DEL TICINO

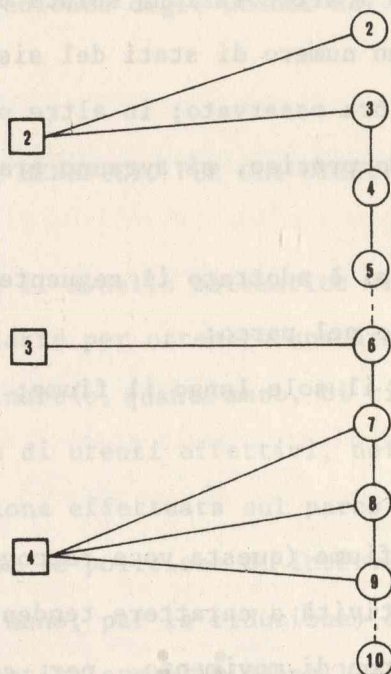
Il parco è risultato costituito da 4 sistemi distinti (*).

Si concentra l'attenzione su uno di tali sistemi, il sistema 1:

(*) In realtà, c'è un altro sistema costituito da un solo ingresso (l'ingresso 1) e da una sola zona (la zona 1). Trattandosi di un sistema banale, non è necessario farlo oggetto (e non lo si è fatto) dell'applicazione del modello.

detto sistema è schematicamente rappresentato in fig. 1. Nello schema sono evidenziate:

- a. le relazioni tra ingressi (*) e zone;
- b. le relazioni tra zone.



□ punto di ingresso

○ zona di afflusso

— collegamenti percorribili con automobili

---- collegamenti percorribili a piedi

Figura 1 - Il sistema 1 del parco della valle del Ticino

(*) Si fa rilevare che, in realtà, gli ingressi sono in numero superiore a quelli indicati in fig. 1. Si sono assunti gli ingressi principali e gli altri ingressi sono stati opportunamente associati agli ingressi principali.

Le attività di uso del tempo libero, talora, sono tali da poter essere individuate in modo preciso (per esempio, pescare) e, talora, sono tali da costituire un grappolo di attività diverse. Per altro, qualsiasi elenco di attività di uso del tempo libero, che non possa essere troppo articolato (e l'articolazione spinta delle attività indurrebbe la formazione di un numero di stati del sistema troppo elevato), risentirà di quanto ora osservato; in altre parole, accanto ad attività individuate in modo preciso, si avranno grappoli di attività diverse.

Posto quanto precede, si è adottato il seguente elenco di attività di uso del tempo libero nel parco:

1. fare il bagno e prendere il sole lungo il fiume;
2. andare in barca;
3. pescare;
4. fare il picnic lungo il fiume (questa voce raccoglie un grappolo di attività: tutte le attività a carattere tendenzialmente sedentario - in altre parole, non di movimento, per cui cioè non ci si sposti apprezzabilmente -, che si possono svolgere lungo il fiume e che non rientrano in quelle indicate ai precedenti punti 1., 2. e 3.);
5. fare il picnic nel resto del territorio del parco (anche questa voce raccoglie un grappolo di attività: tutte le attività a carattere tendenzialmente sedentario, che si possono svolgere nel resto del territorio del parco, con esclusione di quella indicata al successivo punto 6.);
6. camminare nel resto del parco (quando l'attività "camminare" si svolge lungo il fiume, non può avere carattere di elevato movimento e, pertanto, viene assorbita in quella indicata al precedente punto 1.).

A questo punto, si può stabilire il limite massimo del numero

degli stati del sistema 1 del parco: esso è dato dal prodotto del numero delle zone, 9, per il numero delle attività, 6; quindi, è 54.

Infine, si deve dire che l'area di provenienza degli utenti del sistema 1 è data da 5 dei 22 bacini di origine, secondo cui è stata articolata l'area di provenienza degli utenti del parco.

4. UN INDICATORE DI BENEFICIO PER GLI UTENTI DEL PARCO

Si ricorda che il modello matematico viene usato per individuare le politiche necessarie per ottenere una distribuzione degli utenti che sia capace di eliminare (o, quanto meno, di ridurre) gli squilibri tra capacità massima e numero di utenti effettivi, nelle diverse zone del parco.

Nell'applicazione effettuata sul parco della valle del Ticino, sono state individuate le politiche di intervento necessarie per l'eliminazione (o, quanto meno, per la riduzione) degli squilibri di cui sopra (con riferimento particolare al sistema 1 del parco naturale, cfr.: Bertuglia, Gualco, Tadei, 1981b; Bertuglia, Tadei, 1981b).

Una volta definite tali politiche, se si trascura (come per ora si fa) il problema della loro implementazione nel tempo, l'operatore pubblico sa cosa deve fare per perseguire i propri obiettivi.

A questo punto, però, sorgono naturali i due seguenti quesiti:

- a. in quale misura il perseguimento degli obiettivi dell'operatore pubblico converge col perseguimento degli obiettivi degli utenti del parco;
- b. quali sono gli obiettivi degli utenti del parco.

Incominciamo ad analizzare i problemi posti a partire dal secondo quesito.

Assumiamo che gli utenti del parco, in quanto utenti di opportunità ricreative e, dunque, al pari di utenti di altri tipi di opportunità

tà, tendano ad accrescere una loro funzione di utilità.

Assumiamo, inoltre, che l'utilità associata ad uno stato del sistema parco sia data dalla differenza di due termini (Wilson 1976, 1977; Leonardi, 1979):

- a. l'utilità associata all'attrazione delle opportunità ricreative dello stato (*);
- b. il tempo di viaggio necessario per raggiungere lo stato.

Supponiamo che l'utilità di cui sub a. cresca in maniera logaritmica con l'attrazione delle opportunità ricreative; ciò al fine di evitare effetti di crescita incondizionata.

Detti:

w_j l'attrazione delle opportunità ricreative dello stato j ;
 c_{ij} il tempo di viaggio per recarsi dallo stato i allo stato j ;
 abbiamo che l'utilità u_{ij} , associata ad uno stato j , per un utente che proviene dallo stato i , è data da:

$$u_{ij} = \ln w_j - \beta_i c_{ij}, \quad (17)$$

ove β_i è un parametro, reale e positivo, da determinare sperimentalmente (**).

L'utilità u_i , associata all'intero sistema parco, per un utente che proviene dallo stato i , è data dalla media esponenziale delle utilità u_{ij} (Leonardi, 1979):

$$u_i = \ln \sum_j \exp u_{ij}. \quad (18)$$

Sostituendo la (17) nella (18), si ottiene:

(*) Per una definizione di attrazione delle opportunità ricreative e per una sua quantificazione, cfr.: Bertuglia, Tadei (1981b).

(**) Per la determinazione del valore del parametro β_i , cfr.: Bertuglia, Gualco, Tadei (1981a).

$$u_i = \ln \sum_j w_j \exp(-\beta_i c_{ij}). \quad (19)$$

Come è noto, la quantità

$$\phi_i = \sum_j w_j \exp(-\beta_i c_{ij}), \quad (20)$$

che compare nella (19), è l'accessibilità dello stato i alle opportunità ricreative del sistema parco (Hansen, 1959; Williams, Senior, 1978).

Per la (20), la (19) diventa:

$$u_i = \ln \phi_i. \quad (21)$$

La (21) stabilisce una importante relazione tra utilità ed accessibilità: l'utilità totale (cioè, l'utilità associata all'intero sistema parco), per un utente che proviene dallo stato i , è uguale al logaritmo dell'accessibilità dello stato i alle opportunità ricreative del sistema parco.

L'utilità totale U_i (cioè, l'utilità associata all'intero sistema parco), per il sottoinsieme degli utenti provenienti dallo stato i , è data da:

$$U_i = N_i u_i, \quad (22)$$

ove N_i è il numero di utenti nello stato i .

L'utilità totale generale U (cioè, l'utilità associata all'intero sistema parco), per l'insieme degli utenti, è data da:

$$U = \sum_i U_i. \quad (23)$$

Per le (21) e (22), la (23) diventa:

$$U = \sum_i N_i \ln \phi_i. \quad (24)$$

La quantità definita nella (24) è anche chiamata accessibilità logaritmica totale (Leonardi, 1973, 1976, 1978) e può essere riscritta nel seguente modo:

$$U = \sum_i N_i \ln \phi_i = \ln \prod_i \phi_i^{N_i}. \quad (25)$$

La quantità definita nella (25) è il logaritmo della media geometrica delle accessibilità degli stati, "pesate" con il numero di utenti degli stati stessi.

Al fine di evitare una esplosione del valore numerico di U, nella (25) i valori degli esponenti N_i vengono normalizzati. Si ottiene così:

$$U = \ln \prod_i \phi_i^{N_i / \sum_i N_i}. \quad (26)$$

La (26), che ricordiamo esprime l'utilità totale generale, è stata utilizzata per la costruzione delle figg. 2 e 3.

I valori numerici delle utilità U delle zone del parco nelle situazioni attuale e finale sono riportati in Appendice, alla tab. 1.

Quello che qui è interessante condurre è una analisi qualitativa delle figg. 2 e 3.

Innanzitutto, nella situazione finale (fig. 3) si riconosce un complessivo incremento dell'utilità rispetto alla situazione attuale (fig. 2); inoltre, e questo è l'elemento più importante, nella situazione finale si riconosce una più uniforme distribuzione delle utilità.

Indicate con U_0 ed U_1 le utilità totali generali relative, rispettivamente, alle situazioni attuale e finale, il guadagno di utilità G,

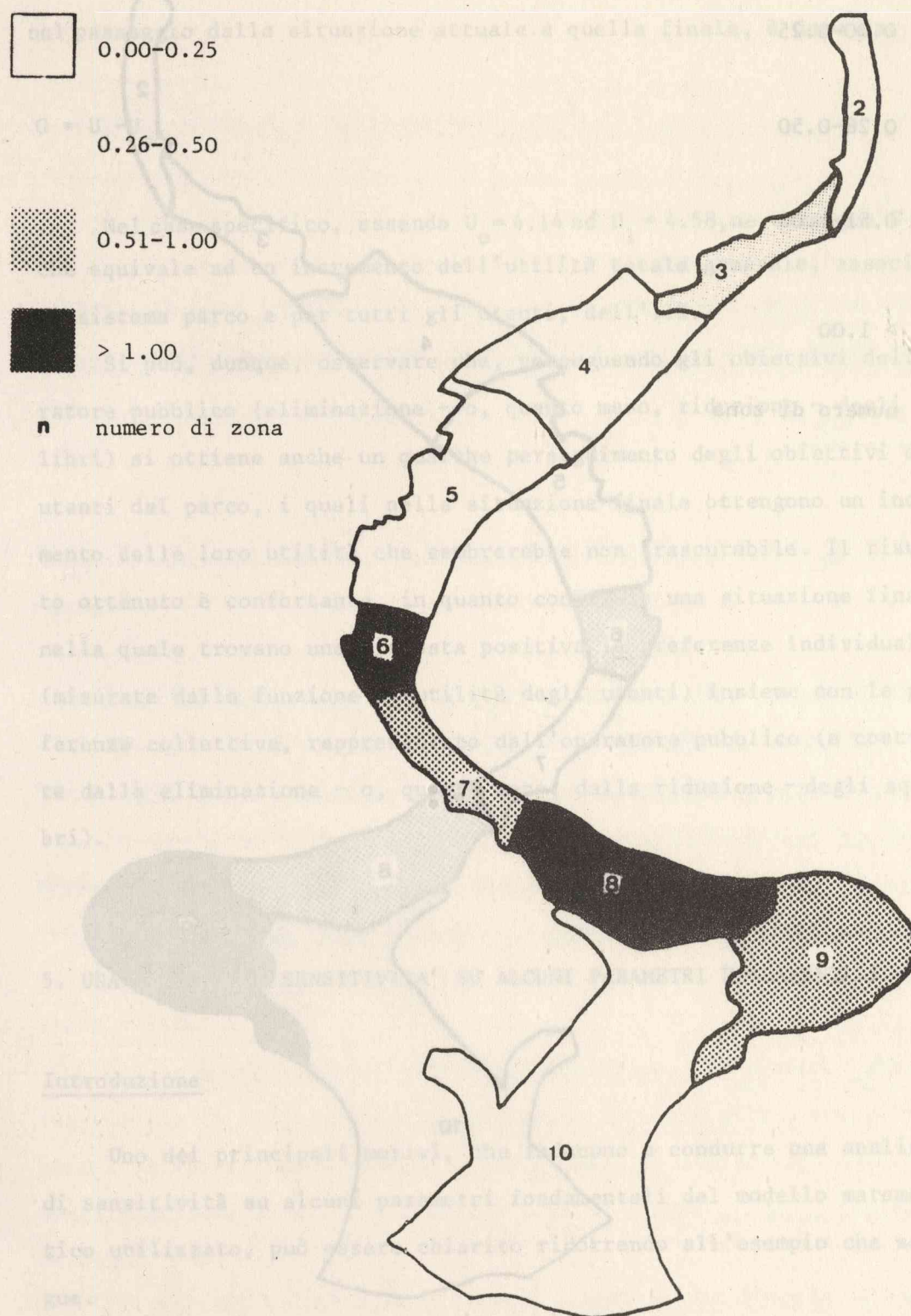


Figura 2 - Distribuzione delle utilità nella situazione attuale

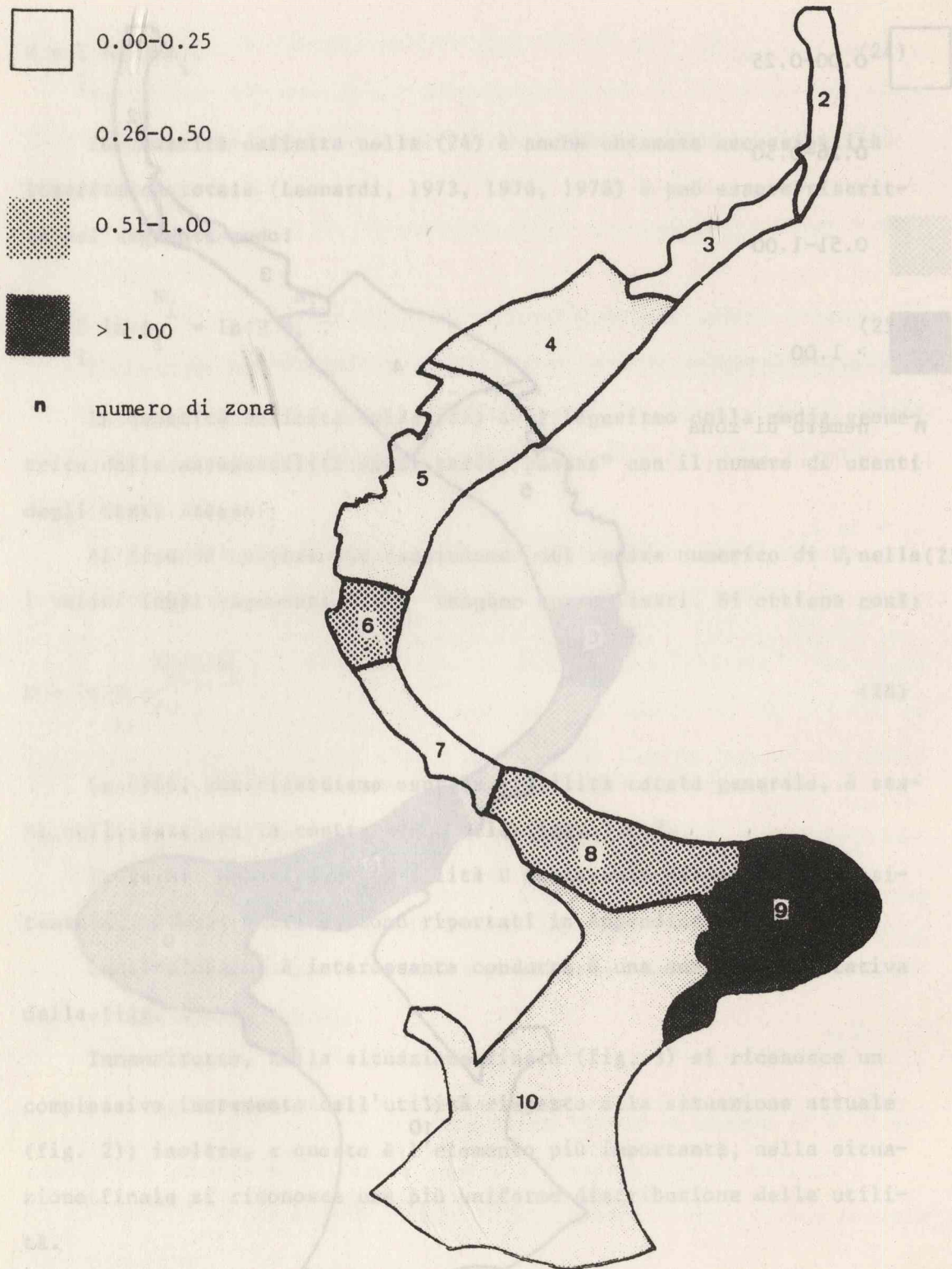


Figura 3 - Distribuzione delle utilità nella situazione finale

nel passaggio dalla situazione attuale a quella finale, è dato da:

$$G = U_1 - U_0.$$

Nel caso specifico, essendo $U_0 = 4.14$ ed $U_1 = 4.58$, ne consegue $G = 0.44$, che equivale ad un incremento dell'utilità totale generale, associata al sistema parco e per tutti gli utenti, dell'11%.

Si può, dunque, osservare che, perseguendo gli obiettivi dell'operatore pubblico (eliminazione - o, quanto meno, riduzione - degli squilibri) si ottiene anche un qualche perseguimento degli obiettivi degli utenti del parco, i quali nella situazione finale ottengono un incremento delle loro utilità che sembrerebbe non trascurabile. Il risultato ottenuto è confortante, in quanto configura una situazione finale nella quale trovano una risposta positiva le preferenze individuali (misurate dalla funzione di utilità degli utenti) insieme con le preferenze collettive, rappresentate dall'operatore pubblico (e costituite dalla eliminazione - o, quanto meno, dalla riduzione - degli squilibri).

5. UNA ANALISI DI SENSITIVITA' SU ALCUNI PARAMETRI FONDAMENTALI

Introduzione

Uno dei principali motivi, che inducono a condurre una analisi di sensitività su alcuni parametri fondamentali del modello matematico utilizzato, può essere chiarito ricorrendo all'esempio che segue.

Sia dato un sistema costituito da due stati con le seguenti caratteristiche:

$$w_1 \gg w_2$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$$

$$q_{10} = q_{20} = \alpha \approx 0 (*).$$

Si può dimostrare (cfr.: Ires, 1981) che i flussi medi di utenti uscenti dagli stati 1 e 2, nell'unità di tempo, sono dati da:

$$y_1 = \frac{1 - q_{02} \alpha}{2 - \alpha}, \quad (27)$$

$$y_2 = \frac{1 - q_{01} \alpha}{2 - \alpha}. \quad (28)$$

Si fa notare che, essendo $w_1 \gg w_2$, ci si aspetterebbe di trovare, nella situazione di equilibrio, un numero di utenti nello stato 1 superiore, in misura considerevole, al numero di utenti nello stato 2. Dimostriamo ora che ciò non avviene, anche ponendosi in un caso estremo a favore della scelta dello stato 1 da parte degli utenti. Infatti, anche assumendo $q_{01} = 1$, e dunque $q_{02} = 1 - q_{01} = 0$, ed essendo $\alpha \approx 0$, ne consegue:

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{1 - q_{02} \alpha}{1 - q_{01} \alpha} = \frac{1}{1 - \alpha} \approx 1,$$

da cui si ricava che

(*) Per il significato di questi simboli e di quegli altri che verranno introdotti nel seguito, si rinvia al cap. 2.

$$y_1 \approx y_2,$$

e, quindi, anche $N_1 \approx N_2$ (essendo $N_1 = \frac{y_1}{\lambda_1}$, $N_2 = \frac{y_2}{\lambda_2}$ e $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$).

Si può facilmente mostrare che il comportamento controintuitivo del sistema a due stati ora analizzato è conseguenza del fatto che λ_1 e λ_2 assumono lo stesso valore λ e che la probabilità $q_{10} = q_{20} = \alpha$ è uguale a circa zero. Da qui l'interesse a svolgere un'analisi di sen-sitività sulle quantità λ_i e q_{i0} .

L'analisi di sensitività sul valore del tasso di abbandono dello stato i , λ_i

Si ricorda che λ_i , tasso di abbandono dello stato i , nell'unità di tempo, è esprimibile come l'inverso del tempo medio di permanenza nello stato i .

Nell'applicazione del modello matematico effettuata (cfr: Bertuglia, Gualco, Tadei, 1981b), si sono assunti dei tempi medi di permanenza negli stati che variano in funzione dell'attività che gli utenti svolgono, indipendentemente dalla zona in cui tale attività viene svolta.

Per le ipotesi fatte, si ritiene opportuno, per ciascuna attività, far variare il tempo medio di svolgimento dell'attività stessa e ricercare i valori minimo e massimo oltre i quali il sistema presenta nuovamente squilibri zionali tra capacità massima e numero di utenti effettivi.

L'interesse di questa analisi di sensitività risiede anche nel fatto che le quantità λ_i , utilizzate nell'applicazione, sono state sti-

mate con una tolleranza piuttosto ampia. E' chiaro che se il modello risulterà molto sensibile alle variazioni dei λ_i , sarà necessario nell'applicazione avere cura di definire con maggior rigore i valori dei λ_i ; se, invece, il modello non risulterà molto sensibile alle variazioni dei λ_i , una stima dei λ_i del tipo di quella adottata può essere considerata sufficiente.

In Appendice, alla tab.2, sono riportati i valori minimo e massimo dei tempi medi di svolgimento delle attività oltre i quali si presentano situazioni di squilibrio $\overline{0}$ per sovrautilizzo (congestione) o per sottoutilizzo (spreco) ed i valori utilizzati nell'applicazione.

Lo svolgimento delle attività 2., 3., 5. e 6. non indurrà, in pratica, situazioni di squilibrio, in quanto i tempi medi di svolgimento che potrebbero creare tali situazioni sono senza dubbio molto elevati se confrontati con la durata della permanenza media nel parco nel periodo di massimo afflusso, considerato nell'applicazione (circa 3 ore).

Il problema si pone diversamente per le attività 1. e 4.: per l'attività 1. si riconosce un tempo medio di svolgimento (0.8) al di sotto del quale si verificano situazioni di squilibrio e per l'attività 4. si riconosce un tempo medio di svolgimento (3.3) (leggermente superiore al periodo di massimo afflusso, considerato nell'applicazione) al di sopra del quale si verificano situazioni di squilibrio: per queste due attività appare utile un approfondimento dell'analisi per la determinazione del valore del tempo medio di svolgimento da utilizzare nell'applicazione.

L'analisi di sensitività sul valore delle probabilità di uscita dal sistema parco provenendo dallo stato i , q_{i0}

I valori di q_{i0} sono stati portati al loro massimo livello senza

ottenere sostanziali differenze nel numero di utenti per stato, nella situazione di equilibrio.

Questo risultato può essere spiegato dal fatto che i valori q_{i0} regolano il fenomeno del "ricambio" di utenti nel sistema parco, ma poco incidono sulla distribuzione degli utenti nella situazione di equilibrio.

L'analisi di sensitività sul valore della probabilità di entrare nel parco attraverso l'ingresso r , q_{or}

Pare interessante analizzare cosa succederebbe all'interno del parco se gli utenti decidessero di utilizzare in maniera diversa gli ingressi.

Si dimostra che, nel caso del sistema 1, una variazione delle probabilità di scelta degli ingressi non modifica la distribuzione degli utenti relativa alla situazione di equilibrio.

Infatti, per definizione si ha:

$$q_{oi} = \sum_{r=1}^R q_{or} q_{ri} \quad , \quad (29)$$

e, per la (16) (con $\alpha_r = 1$), si ha:

$$q_{ri} = w_i e^{-\gamma_r c'_{ri}} / \sum_{i \in S} w_i e^{-\gamma_r c'_{ri}} \quad . \quad (30)$$

Nel caso del sistema 1, la fase di calibrazione fornisce, per il parametro γ_r , i seguenti valori:

$$\gamma_r = 0, \forall r (*); \quad (31)$$

dunque, la (30) può essere così riscritta:

$$q_{ri} = q_i = w_i / \sum_{i \in S} w_i. \quad (32)$$

La (32) non dipende più dall'ingresso r . Sostituendo la (32) nella (29), si ottiene:

$$q_{oi} = q_i \sum_{r=1}^R q_{or}. \quad (33)$$

Essendo q_{or} delle probabilità, segue che $\sum_{r=1}^R q_{or} = 1$ e, dunque,

$q_{oi} = q_i$, da cui risulta che, per qualsiasi valore assunto dalle quantità q_{or} , i valori di q_{oi} non cambiano.

6. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

In questo lavoro, è stato presentato un indicatore di beneficio per gli utenti di un parco in cui si svolgano attività ricreative.

Si è verificata una convergenza tra il perseguimento degli obiettivi dell'operatore pubblico (rappresentante delle preferenze collettive) ed il perseguimento degli obiettivi dei singoli utenti (preferenze individuali), misurato quest'ultimo attraverso l'indicatore di bene-

(*) Il valore uguale a zero del parametro γ_r , $\forall r$, sta a significare che gli utenti entranti da qualsiasi ingresso non percepiscono la distanza, che separa l'ingresso dagli stati del parco, come un impedimento al raggiungimento degli stati stessi: da qui l'indifferenza nella scelta dell'ingresso.

ficio sopra detto.

Sono state effettuate delle analisi di sensitività su alcuni parametri fondamentali, per i quali nell'applicazione, sono state adottate, per carenza di informazioni completamente adeguate, stime non sempre completamente rigorose. Il risultato complessivo delle analisi di sensitività mostra che il modello, solo in qualche caso, è sensibile in misura apprezzabile alle variazioni di questi parametri, e dunque, solo per qualcuno di tali parametri, appare utile una stima completamente rigorosa da utilizzare nell'applicazione.

Una questione fondamentale rimane, tuttora, aperta.

La filosofia del modello utilizzato consiste nell'assumere che gli utenti modifichino la loro distribuzione nel parco in funzione di politiche di intervento, da parte dell'operatore pubblico, su elementi che si suppone costituiscano delle attrazioni per gli utenti, nello svolgimento di attività ricreative. L'ipotesi semplificatrice, che sta dietro a questa filosofia, consiste nell'assumere che gli utenti percepiscano senza alcuna esitazione, difficoltà ed incertezza, le politiche adottate dall'operatore pubblico e, in relazione a ciò, modifichino il loro comportamento in modo da pervenire, nel corso di un certo intervallo di tempo, alla situazione finale che il modello determina (senza, per altro, collocarla temporalmente).

Riteniamo che sia opportuno ricorrere a (e, per questo studiare) un modello di "apprendimento" degli utenti, che contenga al suo interno una descrizione della diffusione della informazione, sia in termini di modalità di diffusione sia in termini di percezione ed assimilazione dell'informazione da parte degli utenti. Il tutto andrebbe inserito in un modello dinamico di pianificazione e gestione di risorse naturali ricreative, di cui la pianificazione e gestione di un parco è un caso particolare.

BIBLIOGRAFIA

- Bertuglia C.S., Gualco I., Tadei R. (1981a) L'applicazione al parco naturale della valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: la calibrazione del modello, Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1981, Torino, vol. 2, 321-344.
- Bertuglia C.S., Gualco I., Tadei R. (1981b) L'applicazione al parco naturale della valle del Ticino di un modello per l'analisi del comportamento degli utenti: l'uso del modello, Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1981, Torino, vol. 2, 345-362.
- Bertuglia C.S., Tadei R. (1980) Un modello per l'analisi del comportamento degli utenti in un parco naturale, Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1980, S.Margherita Ligure, 409-434.
- Bertuglia C.S., Tadei R. (1981a) Metodologie per la pianificazione dei parchi regionali, Working Paper 2, Ires, Torino.
- Bertuglia C.S., Tadei R. (1981b) An application to the Ticino valley park of a mathematical model to analyse the visitors behaviour, Working Paper 4, Ires, Torino (presentato a XXI European Conference of the Regional Science Association, Barcelona, Spain, August 25-28, 1981).
- Hansen W.G. (1959) How accessibility shapes land use, Journal of the American Institute of Planners, 25, 73-76.
- Ires - Istituto Ricerche Economico Sociali del Piemonte (1981) Linee di organizzazione del parco naturale della valle del Ticino (in preparazione), Torino.
- Leonardi G. (1973) Localizzazione ottimale dei servizi urbani, Ricerca Operativa, 12, 15-43.

Leonardi G. (1976) Alcune considerazioni teoriche e sperimentali sulla relazione tra accessibilità e affollamento nei problemi localizzativi, Teoria dei Sistemi ed Economia, Il Mulino, Bologna, 271-290.

Leonardi G. (1978) Optimum facility location by accessibility maximizing, Environment and Planning A, 11, 1287-1305.

Leonardi G. (1979) Introduzione alla teoria dell'accessibilità, Sistemi Urbani, 1, 1, 65-88.

Williams H.C.W.L., Senior M.L. (1978) Accessibility, spatial interaction and the spatial benefit analysis of land use-transportation plans, in Karlqvist A., Lundqvist L., Snickars F., Weibull J.W. (eds.) Spatial interaction theory and planning models, North Holland, Amsterdam, 253-288.

Wilson A.G. (1976) Retailer's profit and consumer's welfare in a spatial interaction shopping model, in London Papers in Regional Science, 6, Theory and Practice in Regional Science, Pion, London, 42-59.

Wilson A.G. (1977) Recent developments in urban and regional modelling: towards an articulation of systems theoretical foundation, Atti delle Giornate di Lavoro AIRO 1977, Parma, vol. 1, 1-28.

Leonardi G. (1976) Alcune considerazioni teoriche e spaziali sull'interazione
regionale tra nodi e reti e sulle possibilità e limitazioni del problema locale
e globale. Atti della Giornata di Lavoro AIRO 1977, Roma, vol. I, 1-28.
Leonardi G. (1978) Optimum location of a facility: a review of the literature
and some new results. Environment and Planning A, 10, 1287-1302.
Leonardi G. (1979) Interazione e localizzazione: alcune riflessioni e proposte
di ricerca. Atti della Giornata di Lavoro AIRO 1979, Roma, vol. I, 1-28.
Leonardi G. (1981) La localizzazione delle attività economiche: teoria e pratica.
Milano, 1. 1. 55-88.
William R. C. (1978) Location Theory: a critical review. London, 1. 1. 1-28.
and the spatial pattern analysis of land use and transportation
systems. Journal of the American Planning Association, 44, 1-12.
Wilson A.G. (1976) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1977) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1978) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1979) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1980) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1981) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1982) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1983) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1984) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1985) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1986) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1987) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1988) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1989) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1990) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1991) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1992) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1993) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1994) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1995) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1996) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1997) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1998) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (1999) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2000) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2001) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2002) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2003) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2004) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2005) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2006) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2007) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2008) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2009) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2010) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2011) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2012) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2013) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2014) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2015) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2016) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2017) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2018) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2019) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2020) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2021) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2022) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2023) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2024) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.
Wilson A.G. (2025) Urban and regional development: a review of the literature.
London, 1. 1. 1-28.

APPENDICE

Tabella 1

Valori delle utilità per zona nelle situazioni attuale e finale

zona	utilità	
	situazione attuale	situazione finale
2	0.04	0.04
3	0.25	0.13
4	0.00	0.28
5	0.00	0.15
6	1.19	0.99
7	0.54	0.30
8	1.26	0.77
9	0.85	1.31
10	0.00	0.33

APPENDICE

Tabella 1

Valori delle utilità per zona nelle situazioni attuale e finale

zona	utilità	
	situazione attuale	situazione finale
2	0.04	0.04
3	0.26	0.13
4	0.00	0.28
5	0.00	0.43
6	1.19	0.99
7	0.54	0.30
8	1.26	0.77
9	0.85	1.31
10	0.00	0.33

Tabella I

Valori delle utilità per zona nelle situazioni attese e
finale

Zona	utilità	
	situazione attuale	situazione finale
1	0.04	0.04
2	0.35	0.13
3	0.00	0.38
4	0.00	0.43
5	1.19	0.99
6	0.34	0.30
7	1.35	0.77
8	0.82	1.31
9	0.00	0.73
10		

Tabella 2

Intervalli di tempo medio di svolgimento delle attività onde evitare situazioni di squilibrio tra capacità massima e numero di utenti effettivi

attività	tempo medio di svolgimento dell'attività onde evitare situazioni di squilibrio tra capacità massima e numero di utenti effettivi		tempo medio di svolgimento dell'attività utilizzato nell'applicazione (in ore)
	minimo (in ore)	massimo (in ore)	
1. fare il bagno e prendere il sole lungo il fiume	0.8	4.7	2.0
2. andare in barca	0.0	6.9	1.5
3. pescare	0.0	6.3	1.0
4. fare il picnic lungo il fiume	0.0	3.3	1.0
5. fare il picnic nel resto del territorio del parco	0.0	8.5	1.0
6. camminare nel resto del parco	0.0	18.2	1.5

t : il tempo in oggetto provoca una situazione di sovrautilizzo (congestione)

t : il tempo in oggetto provoca una situazione di sottoutilizzo (spreco)

Tabella 2

Intervallo di tempo medio di svolgimento delle attività onde evitare situazioni di squilibrio tra capacità massima e numero di utenti effettivi

attività	tempo medio di svolgimento dell'attività da onde evitare situazioni di squilibrio tra capacità massima e numero di utenti effettivi		tempo medio di svolgimento dell'attività con applicazione della regola della media
	minimo (in ore)	massimo (in ore)	
1. fare il bagno e prendere il sole lungo il fiume	0.8	4.7	2.0
2. andare in parco	0.0	8.0	1.5
3. pescare	0.0	6.3	1.0
4. fare il pic- nic lungo il fiume	0.0	3.3	1.0
5. fare il pic- nic nel resto del territo- rio del parco	0.0	8.5	1.0
6. camminare nel resto del par- co	0.0	18.3	1.5

1 : il tempo in oggetto provoca una situazione di sovraccarico
(congestione)

2 : il tempo in oggetto provoca una situazione di sottoutilizzo
(spesa)

ires

ISTITUTO RICERCHE ECONOMICO - SOCIALI DEL PIEMONTE
VIA BOGINO 21 10123 TORINO